

## CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS MANIPULÁVEIS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS CEGOS<sup>1</sup>

## CONSTRUCTION OF MANIPULABLE DIDACTIC MATERIALS FOR TEACHING MATHEMATICS TO BLIND STUDENTS

## CONSTRUCCIÓN DE MATERIALES DIDÁCTICOS MANIPULABLES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS A ESTUDIANTES CIEGOS.

Wenderson Cardoso dos Santos<sup>2</sup>  
Lucélida de Fátima Maia da Costa<sup>3</sup>

22

**Resumo:** Nesse artigo apresentamos resultados de uma pesquisa qualitativa descritiva realizada no âmbito do Programa de Iniciação Científica (PAIC), da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). O objetivo era construir materiais didáticos manipuláveis para ensinar matemática para alunos cegos. Os resultados obtidos indicam que os materiais didáticos manipuláveis são potenciais recursos para o ensino de matemática e podem possibilitar ao aluno cego o desenvolvimento do raciocínio matemático ao estabelecer relações entre as informações registradas em sua estrutura cognitiva e as novas informações que estão lhes sendo apresentadas. Reiteramos que no caso da aprendizagem do aluno cego, o uso de sensações táteis é inevitável e imprescindível.

**Palavras-chave:** Materiais didáticos manipuláveis. Ensino de matemática. Aluno cego.

**Abstract:** In this article we present the results of a qualitative descriptive research carried out within the scope of the Scientific Initiation Program (PAIC), from the State University of Amazonas (UEA). The goal was to build manipulative didactic materials to teach mathematics to blind students. The results obtained indicate that the manipulative didactic materials are potential resources for the teaching of mathematics and can enable the blind student to develop mathematical reasoning by establishing relationships between the information recorded in his cognitive structure and the new information being presented to him. We reiterate that in the case of blind student learning, the use of tactile sensations is inevitable and essential.

**Keywords:** Manageable didactic materials. Mathematics teaching. Blind student.

<sup>1</sup> Pesquisa desenvolvida com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).

<sup>2</sup> Bolsista FAPEAM, Graduando em Licenciatura em Matemática na Universidade do Estado do Amazonas (UEA). E-mail: [wcds.mat16@uea.edu.br](mailto:wcds.mat16@uea.edu.br). Orcid: <https://orcid.org/000-0002-1250-3161>

<sup>3</sup> Doutora em Educação em Ciências e Matemáticas (UFPA). Professora Adjunta no Centro de Estudos Superiores de Parintins (CESP-UEA). E-mail: [lucelida@uea.edu.br](mailto:lucelida@uea.edu.br). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8913-3525>

**Resumen:** En este artículo presentamos los resultados de una investigación descriptiva cualitativa realizada dentro del alcance del Programa de Iniciación Científica (PAIC), de la Universidad Estatal de Amazonas (UEA). El objetivo era construir materiales de enseñanza manipulables para enseñar matemáticas a estudiantes ciegos. Los resultados obtenidos indican que los materiales didácticos manipulables son recursos potenciales para la enseñanza de las matemáticas y pueden permitir al estudiante ciego desarrollar un razonamiento matemático al establecer relaciones entre la información registrada en su estructura cognitiva y la nueva información que se le presenta. Reiteramos que, en el caso del aprendizaje de estudiantes ciegos, el uso de sensaciones táctiles es inevitable y esencial.

**Palabras-clave:** Materiales didácticos manipulables. Enseñanza de las matemáticas. Estudiante ciego.

Submetido 24/03/2020

Aceito 27/03/2020

Publicado 29/06/2020

## Introdução

Nesse artigo apresentamos resultados de uma pesquisa realizada no âmbito da iniciação científica desenvolvida na Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Centro de Estudos Superiores de Parintins (CESP). A motivação para a pesquisa se originou do estudo do cenário escolar brasileiro delineado pelas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual enfatiza que “a escola, como espaço de aprendizagem e de democracia inclusiva, deve se fortalecer na prática coercitiva de não discriminação, não preconceito e respeito às diferenças e diversidades” (Brasil, 2017, p. 16). Nesse contexto, destacamos o caso dos alunos com deficiência, particularmente, os cegos, como um aspecto das diferenças existentes no ambiente escolar, isto porque a legislação brasileira garante a esse aluno o ingresso à escola, mas de acordo com Costa, (2018, p. 62), “[...] isso não é garantia de que terá acesso ao conhecimento, pois muitas vezes, a escola e o professor não estão preparados para receber e trabalhar adequadamente com esse aluno”.

Dada a natureza hipotético-dedutiva da Matemática, cujas demonstrações “se apoiam sobre um sistema de axiomas e postulados, é de fundamental importância também considerar o papel heurístico das experimentações na aprendizagem da Matemática” (Brasil, 2017, p. 263). No caso do aluno cego, a aprendizagem decorrente de experimentações está diretamente atrelada à manipulação, às percepções táteis, que complementam as informações orais (Ferronato, 2002).

Nesse sentido, é importante que o professor de matemática tenha a seu dispor materiais manipuláveis que lhes permita mostrar características, propriedades e elementos dos objetos matemáticos a alunos que não enxergam. Para isso é necessário que a dinâmica do ensino seja organizada de modo a “deslocar a ênfase do aspecto visual e/ou espacial para o tátil, por meio de materiais adequados” (Costa, 2018, p. 66), uma vez que o aluno cego pode apreender as informações advindas das proposições matemáticas, corporificadas no material manipulável, por meio das sensações táteis. Isto porque quanto mais relações forem possíveis de serem estabelecidas, maiores serão as possibilidades de apreensão do objeto matemático (Pinker, 1998), (Nacarato; Mengali, Passos, 2017). Nessa perspectiva, o material manipulável assume a função de organizador prévio da aprendizagem matemática e pode servir para alicerçar o estabelecimento de relações entre diferentes objetos matemáticos (Moreira, 2011).

Então, desenvolvemos uma pesquisa com objetivo o principal de construir materiais manipuláveis para ensinar matemática para alunos cegos. Para o alcance desse objetivo, elaboramos quatro objetivos específicos: selecionar na BNCC objetos matemáticos para os quais seriam construídos materiais manipuláveis; elaborar materiais manipuláveis para ensinar os objetos matemáticos selecionados; construir uma fundamentação teórico-didática explicativa do ponto de vista matemático e cognitivo para os materiais elaborados e, confeccionar os materiais manipuláveis elaborados.

Vale destacar que, atualmente, encontramos materiais manipuláveis destinados ao ensino de matemática para alunos cegos, mas os que estão disponíveis se destinam, prioritariamente, ao ensino de geometria, sendo escassos, por exemplo, aqueles que podem ser usados para o trabalho com números racionais (frações, números decimais, valores monetários e percentuais) ou objetos matemáticos algébricos.

### **Aspectos metodológicos da pesquisa**

A pesquisa é de natureza qualitativa, pois a ação investigativa é fundamentalmente interpretativa (Creswell, 2010) para podermos descrever e explicar o fenômeno estudado priorizando o valor e o significado dos dados obtidos, ou seja, assumimos uma postura prioritariamente descritiva e admitimos que a subjetividade dos envolvidos no processo influencia o olhar do pesquisador (Borba, 2004).

A construção dos dados para responder à questão de pesquisa ocorreu em três etapas. A primeira foi destinada à pesquisa bibliográfica em busca de subsídios teóricos para a pesquisa e ao estudo documental onde estudamos os direcionamentos da BNCC para o Ensino Fundamental e os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) para selecionar objetos matemáticos que estruturariam os materiais que seriam construídos. A segunda e a terceira etapas foram destinadas à elaboração e a confecção dos materiais didáticos manipuláveis que permitissem o ensino dos objetos matemáticos selecionados na primeira etapa.

No estudo da BNCC nos centramos na seleção dos objetos matemáticos que comporiam os materiais didáticos manipuláveis. Para tanto, estudamos cada unidade temática. Os objetos de conhecimento (conteúdo matemático) foram selecionados de acordo as dificuldades de aprendizagem que percebemos serem mais frequentes quando da busca de subsídios teóricos.

Na BNCC identificamos as unidades temáticas e os objetos matemáticos que seriam trabalhados nos dois materiais confeccionados para o Ensino Fundamental. Da mesma forma, estudamos os PCNEM para selecionarmos os objetos matemáticos que poderiam ser trabalhados em um material manipulável voltado para o ensino de matemática no Ensino Médio. A síntese dessa seleção é apresentada nos quadros 1 e 2, abaixo.

**Quadro 1 – Seleção para os materiais confeccionados para Ensino Fundamental**

<b>Base Nacional Comum Curricular (BNCC)</b>			
<b>Material</b>	<b>Unidade temática</b>	<b>Objeto matemático</b>	<b>Ano escolar</b>
Plataforma para operar com frações e porcentagem	Números	Representação fracionária; Cálculo de porcentagem; Equivalência de frações.	Ensino fundamental: anos iniciais e finais
	Álgebra	Interdependência de grandezas	Ensino fundamental: anos finais
Polígonos de ripinhas	Geometria	Figuras geométricas planas. Polígonos regulares e irregulares	Ensino fundamental: anos iniciais e finais

Fonte: Arquivo dos pesquisadores.

**Quadro 2 – Seleção para o material confeccionado para Ensino Médio**

<b>Parâmetros Nacionais Curriculares do Ensino Médio (PCNEM)</b>			
<b>Material</b>	<b>Tema estruturador</b>	<b>Unidade temática</b>	<b>Ano escolar</b>
Círculo trigonométrico	Álgebra: números e funções	Trigonometria	Todos os anos do ensino médio

Fonte: Arquivo dos pesquisadores

Após a seleção dos objetos matemáticos, elaboramos os materiais manipuláveis a serem confeccionados. Esse processo englobou a seleção de matéria prima que foi utilizada na confecção dos materiais; a definição de formas, medidas, cores, espessuras etc.; e, a análise da utilidade didática de cada material.

A análise dos dados construídos nas três etapas da pesquisa foi realizada por meio de uma triangulação que nos permitiu confrontar as informações obtidas na revisão da literatura,

no manual didático construído e na manipulação sistemática dos materiais confeccionados (Moreira, 2002). Essa triangulação ampliou nossa visão dos materiais e nos permitiu perceber os pontos fracos a tempo de serem corrigidos. Após as correções elaboramos um folheto explicativo para cada material confeccionado que serve de manual para quem se interessar em utilizá-los.

### **Aspectos teóricos da pesquisa**

A aprendizagem escolar é um processo complexo e dinâmico que depende de diversos fatores, de modo que o êxito nesse processo está diretamente ligado às formas de ensinar. A condução do processo de ensino necessita de um entendimento claro e seguro do processo de aprendizagem que consiste, como as pessoas aprendem, que condições externas e internas o influenciam (Libâneo, 1994), em muitas das vezes o processo de aprendizagem se caracteriza pela necessidade específica de cada educando, no caso do aluno cego essas necessidades estão relacionadas com a ausência do sentido visual. Para esse aluno obter uma aprendizagem razoável, é necessário que o professor transfira a ênfase do aspecto visual para os sentidos remanescentes, sobretudo o tátil.

Quando os alunos conseguem associar as informações advindas do professor ou de algum material didático a algum conhecimento preexistente na sua estrutura cognitiva a aprendizagem tem mais significado, pois a “aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (Moreira; Masini, 2001, p. 17).

Entendemos que, para a aprendizagem do aluno cego se tornar efetiva, é necessário corporificar características, propriedades e elementos dos objetos matemáticos em algo palpável, nesse caso, os materiais manipuláveis têm um grande potencial em assumir o papel de organizador dessas informações para melhor assimilação do conteúdo. Fazendo uma análise das ideias de Ausubel, percebemos que esses materiais didáticos podem assumir a função de ancoradouros provisórios, isso significa que podem criar meios para o melhor desenvolvimento de conceitos basilares que irão facilitar a aprendizagem subsequente. Os materiais manipuláveis, nesse caso, se tornam organizadores prévios da aprendizagem.

[...] a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse

ser aprendido de forma significativa. Ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”. (Moreira, 2011, p. 2, grifo do autor).

Além de servirem como organizadores prévios do conhecimento, entendemos que os materiais manipuláveis, também podem facilitar o processo de assimilação ativa que é “o processo de percepção, compreensão, reflexão e aplicação que se desenvolve com os meios intelectuais, motivacionais e atitudinais do próprio aluno, sobre direção e orientação do professor” (Libâneo, 1994, p. 86). Dessa forma podemos dizer que, para a aprendizagem ser efetiva, é necessário que o professor e os agentes que atuam no ensino criem elos que aproximem o objeto de aprendizagem aos conhecimentos intrínsecos do aluno.

Segundo Libâneo (1994) a aprendizagem é uma relação cognitiva entre o sujeito e os objetos de conhecimento. No caso do aluno cego, isso implica em trabalhar com materiais didáticos que possibilitem a compreensão das características, formas e particularidades de cada objeto de estudo.

A atual legislação educacional brasileira tem como uma de suas diretrizes a inclusão de alunos com deficiências. O art. 4º, III da Lei de Diretrizes e Base da Educação Básica LDB (1996), nos indica que é dever do estado o “atendimento educacional especializado gratuito aos educandos com necessidades especiais, preferencialmente na rede regular de ensino”. Além indicar a inserção de aluno com deficiência em escolas regulares quando possível, é garantido pela LDB no seu art. 59º que:

[...] os sistemas de ensino assegurarão, aos educandos com deficiências, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação: currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específica, para atender às suas necessidades [...]. (Brasil, 2017, p. 40)

Isto implica pensar e repensar as formas de se ensinar e aprender, particularmente a matemática quando se trata de alunos cegos. Dados do governo nacional apontam um crescimento no número de alunos com deficiências matriculados em escolas regulares. O Censo Escolar da Educação Básica de 2018<sup>4</sup> indica que o índice de alunos com algum transtorno ou

<sup>4</sup> Informação disponível em [http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset\\_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/censo-escolar-2018-revela-crescimento-de-18-nas-matriculas-em-tempo-integral-no-ensino-medio/21206](http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/censo-escolar-2018-revela-crescimento-de-18-nas-matriculas-em-tempo-integral-no-ensino-medio/21206)

altas habilidades matriculados em escolas regulares ou em classes especiais exclusivas chegou a 1,2 milhão em 2018, o que corresponde a um aumento de 33,2% em relação a 2014.

No contexto dos alunos com deficiência, destacamos as necessidades específicas implícitas na aprendizagem de pessoas cegas, como um aspecto da complexidade existente no ambiente de escolarização, isto porque a legislação brasileira garante ao aluno cego o acesso ao ambiente escolar, sua inclusão nas salas de aula, mas, de modo geral, o ambiente escolar não está preparado para recebê-lo. Com exceção das adaptações físicas necessárias à locomoção desses alunos, o comum é a falta de conhecimento, habilidade e formação para realizar, efetivamente, um ensino que alcance alunos com necessidades tão específicas.

Apesar do esforço do Estado em garantir que esse tipo de aluno seja incluído em escolas regulares, ainda estamos longe de alcançar um ambiente ideal para o desenvolvimento dessas pessoas. O problema principal é que, muitas vezes, as escolas têm pouco ou nenhum acesso a recursos didáticos especiais e técnicas diferenciadas que atendam e contemplem as necessidades destes alunos.

Essa é uma das barreiras que os desfavorece e impossibilita que alcancem níveis aceitáveis de conhecimento. Glat (2009) afirma que, para a escola se tornar inclusiva é preciso que haja uma formação de professores juntamente com a equipe de gestão, além de repensar as formas de intervenção em vigor entre todas as faces que a compõe e nela podem causar interferência. Precisa também readequar seus recursos didáticos, estratégias de ensino, metodologia, além de suas práticas avaliativas.

De acordo com a revisão de literatura e com as experiências vivenciadas no decorrer da pesquisa, ficou claro que, para o aluno cego aprender é necessário que haja uma transposição do enfoque no sentido visual para o sentido tátil, visto que, para o aluno cego o tato é o principal receptor de informações em relação à linguagem matemática.

Entendemos que a exploração do sentido tátil é muito importante no processo de ensino e aprendizagem de alunos cegos em todas as áreas de conhecimento, sobretudo na matemática. Uma ferramenta indispensável nesse processo é a grafia Braille. Sem dúvida, a criação desse sistema foi um marco para educação escolar de pessoas cegas e o início de uma mudança de olhar para esses indivíduos devido as suas conquistas a partir do conhecimento e domínio do Braille.



Inicialmente esse sistema foi usado por um militar francês chamado Charlie Barbier para transmissão de mensagens secretas no campo de batalha. Charlie apresentou esse sistema no Instituto de Jovens Cegos em Paris, no qual estudava um garoto chamado Louis Braille, logo o garoto demonstrou grande interesse e aperfeiçoou o método tornando-o mais eficiente e útil para as pessoas cegas (Mazzota, 2003). O sistema Braille permite ao aluno ler e escrever, facilitando o acesso às informações que possibilita a interação desse indivíduo cego com os demais.

Apesar da grande contribuição da grafia Braille no processo de ensino e aprendizagem de alunos cegos, esta não é suficiente, no âmbito da matemática, para que o aluno tenha um bom entendimento do conteúdo exposto pelo professor. É necessário criar outros recursos para que o aluno alcance as informações repassadas, para isso o professor necessita, além do sistema Braille, de matérias de apoio para que consiga direcionar a atenção do aluno para características táteis que lhes servirão de base para a construção do conceito matemático (Costa, 2018; Koepsel, 2016).

Seguindo essa linha de pensamento, entendemos que os materiais manipuláveis podem ser uma boa alternativa para os professores de matemática melhorar sua prática docente em relação ao aluno cego, “a abstração dos conceitos pode ser facilitada quando se trabalha com o concreto, com o palpável”, afirma Ferronato (2002, p. 41). Desse modo, percebemos a importância do objetivo dessa pesquisa em construir materiais didáticos manipuláveis para ensinar matemática para alunos cegos.

### **Resultados: os materiais didáticos manipuláveis construídos**

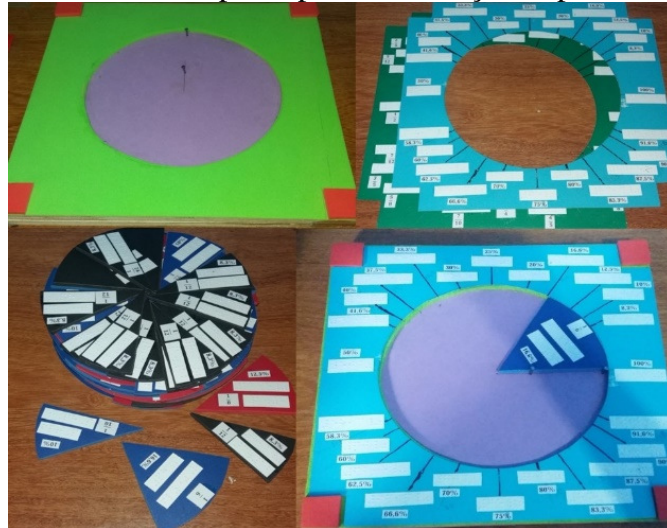
Inicialmente, nos dedicamos à elaboração e confecção dos materiais que podem ser usados no Ensino Fundamental. O primeiro deles foi uma plataforma que pode ser usada para trabalharmos relações matemáticas das unidades temáticas números e álgebra.

#### **Plataforma para operar com frações e porcentagem**

O primeiro material foi elaborado e confeccionado a partir da seleção de duas unidades temáticas que abordam objetos matemáticos estudados nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental. Esse material recebeu a denominação de Plataforma para operar com frações e porcentagens. Foi confeccionado com madeira, E.V. A e papel cartão. A Plataforma funciona com a manipulação de um conjunto de peças que representam fisicamente partes de frações.

Esse material pode ser utilizado por alunos cegos e videntes tendo em vista que todos os componentes estão identificados tanto na escrita Braille bem como em linguagem matemática, como mostrado na figura abaixo.

Figura 1- Plataforma para operar com frações e porcentagem



Fonte: Arquivo dos pesquisadores

O objetivo desse material é fazer com que alunos cegos possam manipular as peças e criar uma imagem mental daquilo que não conseguem enxergar para melhor entender os conceitos dos objetos matemáticos abordados. Também dá a oportunidade de o aluno fazer operações de soma de frações além de fazer relações entre valores fracionários e percentuais como 50% e  $\frac{1}{2}$ , por exemplo.

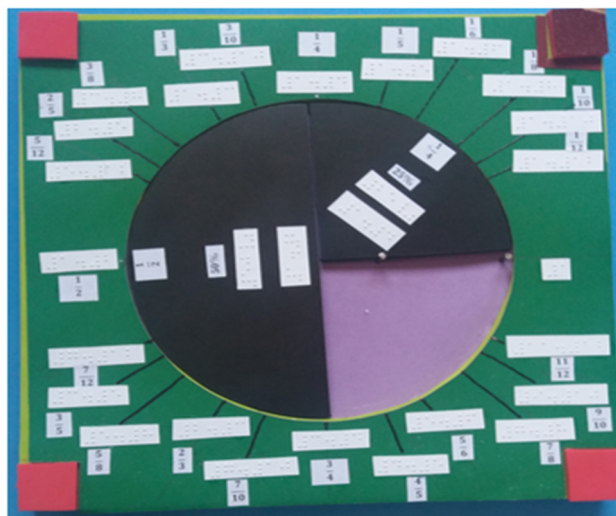
A Plataforma para operar com frações e porcentagem funciona da seguinte forma: primeiramente o estudante deve conhecer a plataforma, tocá-la e identificar a cavidade localizada no centro. Essa cavidade de forma circular foi feita para que o aluno possa encaixar as peças representativas das frações durante a manipulação. Quando não houver nenhuma peça encaixada nessa cavidade ela pode representar um número inteiro ou 100% de algum valor numérico.

Dois pregos foram colocados na cavidade circular a fim de demarcar de onde o aluno deve começar as operações, ou seja, o ponto de partida dos encaixes. Se fizer operações de

soma, as peças devem ser encaixadas no sentido anti-horário indicado na plataforma com uma seta com textura diferente da plataforma.

Esse material conta ainda com duas folhas de operações, uma contém os valores percentuais e a outra, valores fracionários referentes aos possíveis resultados obtidos em cada operação. Por exemplo, se um aluno cego desejar fazer a soma com uma peça que representa  $\frac{1}{2}$  e outra que represente  $\frac{1}{4}$  ele deve encaixar consecutivamente, de modo adjacente, as duas peças a partir do ponto de partida, no sentido anti-horário. Depois, deve com os dedos verificar a localização da extremidade da última peça encaixada, baseando-se sempre pela borda da cavidade.

Figura 2 – Representação da soma  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$  (parte em preto)



Fonte: Arquivo dos pesquisadores

Seguindo essas instruções o aluno estará com o dedo posicionado exatamente em uma linha de alto relevo que lhe guiará até a resposta da operação, ou em alguns casos, seu dedo estará posicionado exatamente sobre a resposta da opção que, nesse caso é  $\frac{3}{4}$ .

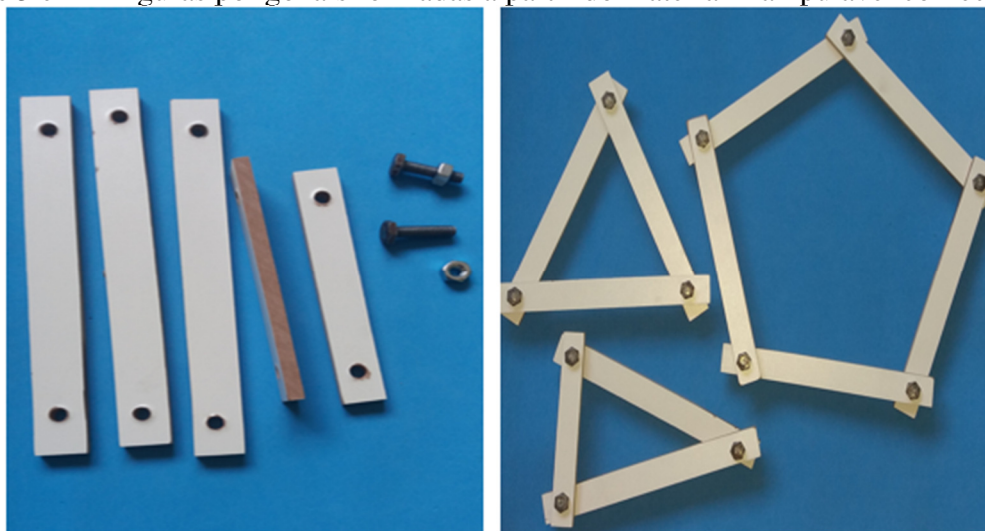
Vale lembrar que as folhas de operações dispõem apenas dos resultados de operações com frações onde o mínimo múltiplo comum é menor ou igual a doze, mas é possível confeccionarmos mais folhas de operações com outras frações. Tudo depende do grau do planejamento e do objetivo da aula.

### Polígonos de Ripinhas

O segundo material é constituído de pequenas ripas de MDF com comprimentos de 15 cm e 20 cm com um furo em cada extremidade. Por meio desse material o aluno cego pode construir figuras geométricas planas regulares e não regulares. A manipulação é bem simples, as ripas de MDF representam os lados de figuras planas que podem ser encaixadas e fixadas por meio de parafuso inserido em orifícios localizados em cada extremidade.

O aluno, com ajuda do professor, monitor ou colega de classe vai juntar essas extremidades e fixá-las com o parafuso e porca, fazendo isso o aluno poderá formar vários polígonos regulares e não regulares e elaborar uma imagem mental que o possibilitará criar o conceito de lados, vértices e denominar polígonos a partir da quantidade de lados.

Figuras 3 e 4 – Figuras poligonais formadas a partir do material manipulável confeccionado



Fonte: Arquivo dos pesquisadores

Esse é um material manipulável dinâmico, uma vez que permite a interação do aluno na construção das formas e suas transformações. Ao escolher ripinhas com comprimentos diferentes pode estabelecer relações e compreender que para ser regular um polígono necessita possuir lados e ângulos internos congruentes, assim como a condição de existência e classificação de um triângulo quanto à medida dos lados e ângulos.

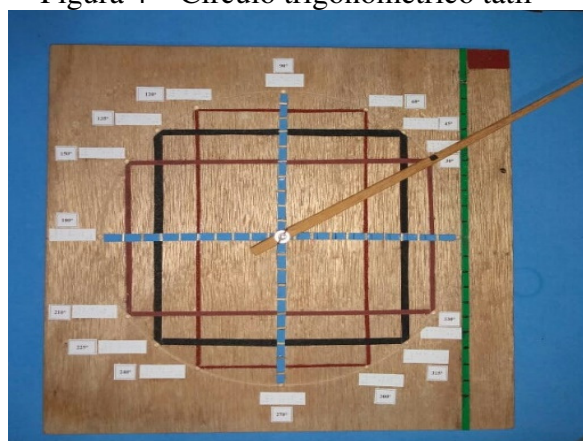
### Círculo trigonométrico tátil

O Círculo trigonométrico tátil foi inspirado em alguns aplicativos que se encontram disponíveis na internet e que são muito úteis para aprender trigonometria através do círculo trigonométrico, porém, esses aplicativos são inacessíveis para alunos cegos por seu forte apelo visual.

O material é constituído de uma base de madeira, onde entalhamos uma circunferência. No centro da circunferência, com um parafuso encaixamos um ponteiro também de madeira, esse ponteiro pode girar até  $360^\circ$  sobre o centro da circunferência. Também possui uma porca borboleta que pode ser travada e afrouxada de acordo com a necessidade. Além da base de madeira, esse material é constituído por uma tabela trigonométrica onde o aluno poderá verificar os valores para cada ângulo analisado.

O material possui característica de uma roleta, pois na medida em que o ponteiro é girado na circunferência ele engata nos ângulos notáveis,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  e seus múltiplos. Dessa forma permite que o aluno cego perceba sobre qual ângulo o ponteiro está posicionado.

Figura 4 – Círculo trigonométrico tátil

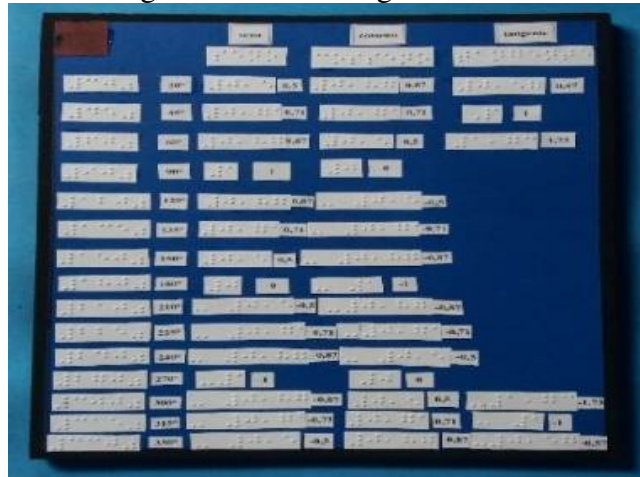


Fonte: arquivo dos pesquisadores

O objetivo desse material é possibilitar que o aluno cego crie uma imagem mental que o faça compreender a representação do que é a relação do seno, cosseno e tangente no círculo trigonométrico unitário. Por exemplo: quando o ponteiro estiver com uma abertura de  $30^\circ$ , o aluno cego vai poder, por meio do tato perceber a projeção no eixo do seno, no eixo do cosseno e na tangente. O aluno também pode identificar o valor do seno, cosseno e tangente para cada ângulo analisado, na tabela trigonométrica grafada em Braille. Por exemplo: se o aluno fizer

uma abertura de  $45^\circ$  com o ponteiro, ele pode verificar na tabela que o valor do seno e do cosseno para esse ângulo é igual a 0,71 e que para a tangente é igual a 1.

Figura 5 – Tabela trigonométrica

A photograph of a tactile trigonometric table. The table is mounted on a blue background and consists of several rows of white strips with black text. The strips are organized into columns, with the first column labeled 'Seno', the second 'Cosseno', and the third 'Tangente'. Each strip contains numerical values for these trigonometric functions at various angles. The table is designed to be used by visually impaired students to explore trigonometric concepts through touch.

Fonte: Arquivo dos pesquisadores

Acreditamos que a partir da manipulação desse material o entendimento e a construção de conceitos básicos relacionados à trigonometria podem ser facilitados para o aluno. Devemos lembrar que é necessário que o aluno cego, ao manipular esse material, seja orientado pelo professor ou monitor para auxiliá-lo durante a atividade matemática que requer estabelecimento de valores referentes às medidas obtidas com o material.

35

### Folhetos explicativos

Além dos materiais construídos, elaboramos três folhetos explicativos. Nesses folhetos fazemos uma breve apresentação dos materiais, listando seus componentes e características, possuem uma linguagem simples e de fácil entendimento com imagens indicando as características dos materiais.

Além de explicar a correta utilização/manuseio de cada material, eles indicam as operações matemáticas que podem ser realizadas e para as quais os materiais foram construídos.

Figura 6 – folhetos explicativos



Fonte: arquivo do pesquisador

Os folhetos servem como manual para o professor, ou qualquer outra pessoa que for auxiliar o aluno cego, na manipulação dos materiais.

### **Discussão dos resultados**

Os resultados obtidos indicam que os materiais manipulativos confeccionados são potenciais recursos ao ensino de matemática. Sua manipulação, orientada pelo professor, pode possibilitar ao aluno cego o desenvolvimento do raciocínio matemático ao estabelecer relações entre as informações registradas em sua estrutura cognitiva e as novas informações que estão lhes sendo apresentadas, que no caso do aluno cego, alicerçam-se, inevitavelmente, nas sensações táteis.

O processo de ensino e aprendizagem matemática, historicamente, é dado como um dos mais complexos e que exige muitos esforços dos sujeitos nele inclusos para que haja êxito em seu desenvolvimento. A matemática possibilitou grandes avanços no processo da evolução humana e é fácil perceber em nossa vida cotidiana que ela está em tudo. Porém, seu ensino é dado de forma pouco concreta, o que dificulta o entendimento dos alunos sobre seus conteúdos, isso se agrava quando se trata de alunos cegos.

Há uma grande necessidade de criarmos mecanismos, técnicas e metodologias diferenciadas a fim de facilitar o processo de ensino e aprendizagem para esses alunos. Os materiais manipuláveis são uma das alternativas promissoras para aproximá-los do entendimento de conceitos básicos dos conteúdos matemáticos, tendo em vista que, a partir da

manipulação de materiais como a plataforma para operar com frações, o polígono de ripinhas e o círculo trigonométrico tátil, apresentados anteriormente, os alunos cegos podem criar imagens mentais e relacionar as características percebidas no material com as definições matemáticas.

A manipulação de objetos para a representação e o entendimento de situações-problema acompanham o desenvolvimento do homem ao longo da história. Registros antigos indicam que o homem primitivo utilizava sementes, ossos, gravetos, dispostos ao seu redor para facilitar principalmente as atividades que envolviam contagem e medida. De acordo com Camacho, (2012, p. 24), as civilizações antigas usavam “os objectos que estavam o seu redor para registrar informação e representar (sinalizar) os dados importantes. Seixos, varas, dedos das mãos e dos pés foram, provavelmente, os primeiros materiais manipuláveis utilizados”.

Existem dois tipos de materiais manipuláveis, que são o estático e o dinâmico. Para Lorenzato (2012, p. 19), materiais estáticos “permitem só observação. Outros já permitem uma maior participação do aluno”. O mesmo autor afirma que materiais manipuláveis dinâmicos são aqueles que “[...] permitindo transformações por continuidade, facilitam ao aluno a realização de redescobertas, a percepção de propriedades e a construção de uma efetiva aprendizagem”. Os materiais que confeccionamos, por suas características e possibilidades de participação ativa do aluno, se enquadram na categoria de materiais manipuláveis dinâmicos.

Na educação escolar, muitos professores, pedagogos e monitores se empenham em confeccionar, adaptar e utilizar material didático manipulável no ensino de matemática, pois quando são utilizados de maneira correta nas aulas, levando em consideração as particularidades de cada aluno e principalmente as percepções do professor sobre o saber matemático e seu conhecimento sobre o material utilizado, esse recurso didático pode ser um agente catalizador na construção do conhecimento.

Lorenzato (2012) é um defensor da construção de laboratórios de ensino de matemática (LEM) nas escolas e da correta utilização de materiais didáticos (MDs) como recursos pedagógicos na aula de matemática. “Tão importante quanto a escola possuir um LEM é o professor saber utilizar corretamente os MDs, pois este como outros instrumentos, [...] exigem conhecimento específico de quem os utiliza” (Lorenzato 2012, p. 24).

Os materiais manipuláveis que confeccionamos se mostram com potencial para auxiliar no ensino de matemática para pessoas cegas, visto que, durante a exposição de conteúdo dessa disciplina os aspectos visuais são amplamente explorados pelos professores para explicar os



conceitos e estruturas do conteúdo, desfavorecendo dessa forma os alunos cegos. Porém, a manipulação dos materiais permite a mobilização do sentido tátil possibilitando que o aluno cego assimile definições e estabeleça relações favoráveis para a construção do conhecimento matemático.

Para Kaleff (2016, p. 31), quando se trata de um deficiente visual a “manipulação de um recurso concreto é imprescindível para que, por meio do tato, perceba a forma, o tamanho, as texturas etc., que vão determinar as características do elemento matemático modelado no recurso manipulativo” como ocorre, por exemplo, na construção de polígonos por meio do polígono de ripinhas, assim como na localização de valores de seno e cosseno auxiliada pelo uso do círculo trigonométrico tátil.

É importante destacarmos que no caso do ensino de matemática para o aluno cego, o material manipulável não é um recurso didático complementar, mas o meio principal para a percepção matemática que o aluno necessita desenvolver.

### **Considerações finais**

No decorrer da pesquisa ratificamos nosso entendimento das dificuldades que se apresentam ao ensino de matemática para aluno cego tanto para o professor que necessita pensar estratégias e utilizar recursos que viabilizem o entendimento do aluno acerca dos axiomas, definições, propriedades e operações inerentes aos objetos matemáticos, quanto ao aluno que necessita criar uma imagem mental do que está ouvindo para poder compreender a matemática ensinada.

Os resultados obtidos indicam que os materiais didáticos manipuláveis devem ser pensados a partir dos objetivos de aprendizagem que o professor traça para suas aulas, ou seja, não podem ser improvisados, eles ajudam na compreensão daqueles que dependem da audição para estabelecerem relações cognitivas entre o que estão ouvindo e o que já sabem.

Os materiais manipuláveis se apresentam como potenciais recursos didáticos no ensino de matemática não somente a alunos cegos, mas para toda a turma. A interação possibilitada pelo material didático pode servir também como meio de inclusão do aluno cego na aula de matemática, tendo em vista que os materiais podem ser utilizados simultaneamente por um aluno cego e outro que não possua limitação visual. O professor pode, a partir do manuseio do material pelo aluno cego, estimular questionamentos para direcionar o desenvolvimento da

aula, com isso podemos criar um ambiente de discussão voltada para o objeto matemático estudado, o que pode favorecer o estabelecimento de relações que desencadeiem a aprendizagem matemática e garantir que todos os membros da turma atuem no processo de ensino e aprendizagem.

Consideramos que alcançamos os objetivos traçados para a pesquisa, pois conseguimos estudar e selecionar na BNCC os objetos matemáticos que serviram de guia para a construção dos materiais manipuláveis; elaboramos e construímos três materiais manipuláveis para ensinar os objetos matemáticos selecionados; construímos uma fundamentação teórico-didática explicativa, do ponto de vista matemático e cognitivo, que serviu de base para elaboração dos folhetos explicativos, que podem ser usados como manuais para os materiais confeccionados.

Os materiais didáticos manipuláveis e os folhetos explicativos foram apresentados em dois seminários avaliativos do PAIC, perante banca composta por três professores com experiência em educação inclusiva e ensino para aluno cego. A avaliação nos permitiu uma boa expectativa em relação a eficiência dos materiais e do entendimento das explicações contidas nos folhetos, porém, faz-se necessário que eles sejam apresentados e testados com o aluno cego, para termos uma perspectiva dele em relação ao material, com isso, teremos a real noção da efetividade dos materiais construídos, e ajustes e melhorias poderão ser feitos de acordo com cada necessidade evidenciada.

39

## Referências

BORBA, M. C. A Pesquisa Qualitativa Em Educação Matemática. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 2004, Caxambu-MG. **Anais...** Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 2004. CD\_ROM.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. Brasília, 2017.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

BRASIL. Senado Federal. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. 2. ed. Brasília: Coordenação de Edições Técnicas, 2018 58 p. Recuperado de: [http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/544283/lei\\_de\\_diretrizes\\_e\\_bases\\_2ed.pdf](http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/544283/lei_de_diretrizes_e_bases_2ed.pdf). Acesso em: 03/09/2018

CAMACHO, M. S. F. P. **Materiais Manipuláveis no Processo Ensino/Aprendizagem da Matemática:** aprender explorando e construindo. (Relatório de estágio de mestrado, mestrado em ensino da matemática no 3º ciclo do ensino básico secundário). Universidade da Madeira, 2012. Recuperado em: <https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/373/1/MestradoMarianaCamacho.pdf>. Acesso em 26/01/2019.

COSTA, L. F. M. **Metodologia do Ensino da Matemática:** fragmentos possíveis. Manaus: BK Editora, 2018.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERRONATO, R. **A construção de instrumento de inclusão no ensino da matemática.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/>. Acesso em: 16/12/2018.

GLAT, R. **Educação inclusiva:** cultura e cotidiano escolar. Rio de Janeiro: 7letras, 2007.

KALEFF, A. M. M. R. (Org.). **Vendo com as mãos, olhos e mente:** recursos didáticos para laboratório e museu de Educação Matemática Inclusiva do aluno com deficiência visual. Niterói: CEAD / UFF, 2016. 217 p. CD-ROM.

KOEPSSEL, A. P. P. Materiais Didáticos no ensino de Matemática para estudantes com deficiência visual. In: 20º EBRAPEM. Curitiba, PR. **Anais...** Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, Curitiba, 2016. Recuperado de: [http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd13\\_ana\\_koepsel.pdf](http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd13_ana_koepsel.pdf). Acesso em 09/12/2018.

LIBÂNEO, J. C. **Didática.** São Paulo: Cortez, 1994.

LORENZATO, S. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores.** Campinas: Autores Associados, 2012.

MAZZOTA, M. J. S. **Educação Especial no Brasil:** história e políticas públicas. São Paulo: Cortez, 2003.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em educação em ciências: métodos qualitativos. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, Espanha; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Texto de Apoio nº 14. **Actas del PIDEC**, v. 4, p. 25-55, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.



NACARATO, A. M., MENGALI, B. L. S., PASSOS, C. L. B. **A matemática nos anos iniciais do ensino fundamental**: tecendo fios do ensinar e do aprender. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

PINKER, S. **Como a mente funciona**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.